

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-321603

(43)Date of publication of application : 24.11.1999

(51)Int.Cl.

B60T 8/24  
 B60T 8/00  
 B60T 8/58  
 B62D 6/00  
 G01C 1/00  
 // B62D101:00  
 B62D113:00  
 B62D137:00

(21)Application number : 10-138785

(71)Applicant : HINO MOTORS LTD

(22)Date of filing : 20.05.1998

(72)Inventor : TSUMAGARI ICHIRO

## (54) ESTIMATING DEVICE OF VEHICLE SIDE SLIP ANGLE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the control precision of a vehicle attitude control device by calculating the stability factor on the basis of vehicle speed and estimating the side slip angle of a vehicle on the basis of the calculation result or a rear cornering force.

SOLUTION: In the attitude stability control of a bus or truck, the possibility of the vehicle being laid in the side slip state during traveling is detected to control a required brake pressure, whereby occurrence of the slide slip is suppressed. At this time, means for measuring body total weight W, vehicle speed V and yaw rate (y) are provided, and the transmission factor is calculated from expression I wherein (s) is a differential operator, a1, a2, b0, b1, b2 are coefficients} according to the yaw rate (y) and steering angle δ. The vehicle speed V is then read, stability factor A is arithmetically calculated from expression II (wherein L is a wheel base), and side slide angle β is arithmetically calculated from expression III (wherein Lf, Lr are distances from the front wheel axle and rear wheel axle to the center of gravity) by use of the vehicle speed V, the stability factor A, and rear cornering force Kr.

$$\frac{y}{\delta}(s) = \frac{b_0 + b_1s + b_2s^2}{1 + a_1s + a_2s^2}$$

$$A = \frac{\frac{V}{L} \cdot b_0 - 1}{V^2}$$

$$\beta = \left( \begin{array}{c} 1 - \frac{W}{2L} \cdot \frac{L_r}{L_f K_r} \cdot V^2 \\ 1 + A \cdot V^2 \end{array} \right) \frac{L_r}{L} - \delta$$

---

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-321603

(43) 公開日 平成11年(1999)11月24日

(51) Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

F I

B 6 0 T 8/24

B 6 0 T 8/24

8/00

8/00

B

8/58

8/58

Z

B 6 2 D 6/00

B 6 2 D 6/00

G 0 1 C 1/00

G 0 1 C 1/00

Z

審査請求 未請求 請求項の数4 OL (全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平10-138785

(22) 出願日 平成10年(1998) 5 月20日

(71) 出願人 000005463

日野自動車工業株式会社

東京都日野市日野台3丁目1番地1

(72) 発明者 津曲 一郎

東京都日野市日野台3丁目1番地1 日野

自動車工業株式会社内

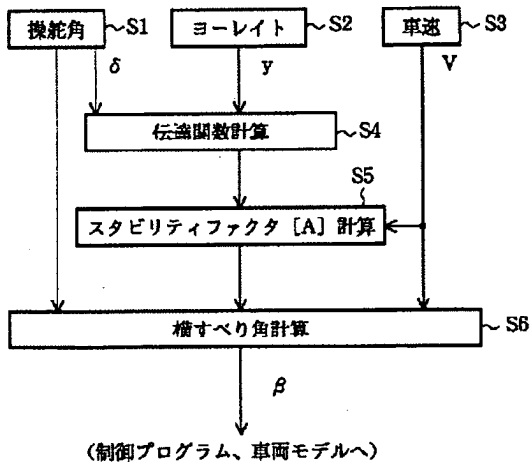
(74) 代理人 弁理士 井出 直孝 (外1名)

(54) 【発明の名称】 車両横すべり角の推定装置

(57) 【要約】

【課題】 横すべりあるいはホイール・リフトの状態など車両の挙動を実時間演算により合理的に推定する。特に、横すべり角の推定を行う。

【解決手段】 操舵角、ヨーレート、車速にしたがって横すべり角を推定する。また、軸重計によって車体総重量を随時測定し、車体総重量の変化に応じて随時横すべり角を推定する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 車体総重量Wを計測する手段と、車速Vを計測する手段と、ヨーレイトyを計測する手段とを備え、前記ヨーレイトyおよび運転操作により入力された操舵角δを取込み伝達関数を

【数1】

$$\frac{y(s)}{\delta(s)} = \frac{b_0 + b_1s + b_2s^2}{1 + a_1s + a_2s^2}$$

ただし、sは微分演算子、 $a_1$ 、 $a_2$ 、 $b_0$ 、 $b_1$ 、 $b_2$ は係数、として求め、前記車速Vを取込みスタビリティファクタAを

【数2】

$$A = \frac{V}{L} \cdot b_0 - 1$$

ただし、Lはホイールベース（定数）、として求め、前記車速Vおよび前記スタビリティファクタAおよびあらかじめ設定されたリアコーナリングフォース $K_r$ の値を用いて車両の横すべり角βを

【数3】

$$\beta = \left( \frac{1 - \frac{W}{2L} \cdot \frac{L_f}{L_r K_r} \cdot V^2}{1 + A \cdot V^2} \right) \frac{L_r}{L} - \delta$$

ただし、 $L_f$ は前輪軸から重心までの距離、 $L_r$ は後輪軸から重心までの距離、として推定演算する手段を備えたことを特徴とする車両横すべり角の推定装置。

【請求項2】 前記あらかじめ設定されたリアコーナリングフォース $K_r$ の値は、自己回帰法（AR法）により更新される請求項1記載の車両横すべり角の推定装置。

【請求項3】 前記重心位置から後軸までの距離 $L_r$ は定数としてあらかじめ設定された請求項1記載の車両の重心高さの推定演算装置。

【請求項4】 前記重心位置から後軸までの距離 $L_r$ は、前記前軸にかかる重量 $W_f$ および前記後軸にかかる重量 $W_r$ から演算する手段を含む請求項1記載の車両の重心高さの推定演算装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は自動車の姿勢安定制御に関する。本発明は、ヨーあるいはロールなど走行中の車両の挙動に基づいて、車両の姿勢を安定な方向に自動的に制御する装置に利用する。本発明は、例えば、車両が走行中に横すべり状態になる可能性があることを自動的に検知演算して、全部または一部の車輪のブレーキ圧力を自動的に制御することにより、その車両を横すべ

りが生じる可能性の小さい状態に回復させる自動制御装置に利用することができる。本発明は、例えば高速走行中の大きいハンドル操作など、車両の特性を越える運転操作により車両が運転者の意図しない挙動に達したときに自動的に安定な状態を回復させる姿勢制御に関する。本発明は、バス・トラックなど商業車両の横転防止に利用する。

【0002】

【従来の技術】従来からブレーキの電子制御装置や車両安定化制御装置（VSC、Vehicle Stability Control）などが知られている。ブレーキにかかわる電子制御装置の代表的なシステムはABS（Antilock Brake System）である。これは車輪に回転センサを設けて車輪回転を検出し、ブレーキ圧力が大きいときに車輪回転が停止すると、車輪と路面との間にスリップがあったものとして、ブレーキ圧力を断続制御するものである。ABSは乗用車あるいは貨物車に広く普及し、ブレーキをかけながらもハンドルがきく装置として広く知られるところとなった。車両安定化制御装置（VSC）の代表的な装置としては、横すべり防止装置が知られている。これは、運転者が操作入力する操舵角（ハンドル角度）から、運転者が進もうとしている針路を読取り、その針路に対して車速が大きすぎると、運転者がブレーキペダルを踏まなくとも自動的に減速のための制御がなされ、さらに針路から外れないように左右のブレーキ圧力を配分するなどの制御が行われる装置である。

【0003】すでに知られている車両姿勢安定化装置

（VSC）（特開昭63-279976号公報、特開平2-112755号公報など）をさらに説明すると、車両の走行中に運転者が操舵を行うと、車両の向きが変化し車両にロールが生じる。このとき操舵による旋回内輪のタイヤが路面のグリップ限界を越えると、内輪がいわゆるホイール・リフト傾向となり、車両が横すべりをはじめめる。例えば、直線走行状態から運転者が左に操舵を行うと車両は右に傾斜する。このとき、正常な状態ではその操舵に応じて車両が旋回するが、走行速度に対して操舵の速さが大きすぎると、車両は右に傾斜しながら左車輪が浮きぎみな状態となり、運転者の意図する方向より右寄りに進行することになる。このような車両の挙動は、走行レーンの逸脱や、極端な場合には車両の横転を招く原因となる。

【0004】通常走行状態において、操舵の大きさと速さ、車両の速度、車両の横移動の速さ、および車両の向きの変化の速さ（ヨーレイト、垂直軸まわりの車両の回転加速度）を検出して演算することにより、車輪の横すべり開始点または内輪のホイールリフト開始点を予測し、横すべりあるいはホイールリフトが始まる前に車輪のブレーキ圧力を制御する装置が開発された。この車輪のブレーキ圧力制御は、必ずしも全輪同一のブレーキ圧力ではなく、一つの車輪について大きいあるいは小さい

ブレーキ圧力を印加して、車両の横すべりを防止するものである。このような装置は、原理的な構造や設計のみならず、経済性および耐久性などもよく検討され、乗用車については市販品に実装される段階に達した。

【0005】このような従来例装置は、現在の操舵および制動を含む運転操作に係るパラメータと、現在の車両の挙動に係るパラメータから、すなわち現時点のパラメータからヨーレイトを演算し、これがあらかじめその車両について設定記憶された横すべりの可能性があるヨーレイトに達すると判定されたときに、自動的に車両のブレーキ圧力を制御するように構成されている。この横すべりの可能性は、運転操作入力および各種センサ出力である車両の挙動データから伝達関数による演算が実行される。

【0006】従来の伝達関数演算装置ではこの伝達関数による演算は、高速フーリエ演算が広く用いられている演算方法である。すなわち操作入力についてのデータおよび挙動データを周波数分解し、フーリエ関数を利用して応答を近似演算するものである。高速フーリエ演算は、コンピュータ装置にインストールして利用できる汎用のアナライザが簡単に入手できるなど便利な点がある。

【0007】このような車両の姿勢制御を行う装置では、車両の重心位置はきわめて重要なパラメータである。大型貨物自動車に代表される大型商業車両では、積荷の状態によってその重心位置が変化する。バスの場合には、特に路線バスでは、乗客の乗り降りにより車両の重心位置が変化する。車両の横転防止をはかる姿勢制御に関しては、車両の重心高さが重要なパラメータになる。

【0008】従来、車両の重心は静的に計測することができるが、走行状態でリアルタイムに計測する方法はない。すなわち、重心位置を計測しようとする車両を水平な路面に停車させた状態で各車輪の荷重分担を計測し、つぎにその車両を前後方向に勾配のある路面および左右方向に勾配のある路面に移動させて、各車輪の荷重分担を計測することにより、重心高さを含む重心位置を三次元的に計測することができる。

【0009】従来の姿勢制御装置を図6ないし図8を参照して説明する。図6は従来の姿勢制御の全体構成例を示す図である。車両1は姿勢制御装置の被制御対象である。車両1には、操舵、制動、加速、その他運転操作入力が与えられ、それに対する応答が車両の挙動である。この車両1には姿勢制御装置2が搭載される。そしてこの姿勢制御装置2は車両安定化制御装置(VSC)3および電子制御制動装置4を含む。この電子制御制動装置4は従来のABS手段に代表される装置である。

【0010】その車両の挙動をデータとして観測するために、その車両1に搭載されたセンサ類11からは挙動データが出力される。挙動データは、速度、横方向加速

度、ヨーレイト、ロールレイト、車輪回転情報、その他である。

【0011】車両安定化制御装置3は、運転操作入力および挙動データを入力として、車両の挙動を予測演算し、その結果を電子制御制動装置4に与える。電子制御制動装置4は、同じく運転操作入力および挙動データを取込み、それに加えて車両安定化制御装置(VSC)3の出力を取込み、車両1に対する運転操作入力および外乱入力に対する安全方向への自動制御出力を送出し、これは修正入力となる。

【0012】図7は従来の姿勢制御装置のシステム構成図である。制御回路51はプログラム制御されるコンピュータ回路を含む車両に搭載された電子装置であり、車両の運転操作入力およびその車両の挙動データを入力としその車両の運動状態を演算出力する車両安定化制御装置(VSC)と、この車両安定化制御装置の演算出力にしたがって運転操作入力および外乱入力を安全側に修正する修正入力をその車両に与える制御手段とを含む。

【0013】この車両にはヨーレイトセンサ52、横方向加速度センサ53、ロールレイトセンサ60、および前後方向加速度センサ61が実装され、これらの各検出出力は制御回路51に接続されている。前輪54fおよび後輪54rにはそれぞれ車輪回転センサ55が取付けられ、これらの検出出力も制御回路51に接続される。ブレーキ・ブースタ・アクチュエータ56にはブレーキ圧センサ57が取付けられ、この検出出力は同じく制御回路51に接続される。操舵ハンドル58には操舵角センサ59が取付けられ、その出力は制御回路51に接続される。内燃機関を制御するガバナ62にはガバナセンサ63が組み込まれ、ガバナ62の状態を検出しその検出出力は制御回路51に接続される。図8は前記各センサの車両への実装例を示す斜視図である。図7および図8には2軸構造の車両が示されているが、大型車両の場合には3軸あるいは4軸構造が用いられる。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】しかし、従来伝達関数演算に利用されている高速フーリエ演算では、(1)周波数の低い信号に対して長時間にわたるデータが必要である、(2)データの数 $n$ は2の冪乗(8、16、32、64・・・)でなければならず適当なデータ数が得られない場合がある、(3)フィード・バック制御が行われるクロズド・ループは演算不能であるなどの欠点がある。特に、トラックやバスなどの商用車では、挙動データの中に振動周波数が百分の1ヘルツ程度の成分があり、このような挙動データに対して、高速フーリエ演算による伝達関数の演算のためには少なくともその周期の2倍である200秒にわたる実時間のデータが必要になる。これでは、走行中に実時間で演算する実用的な装置を得ることができないことになる。これは商用車の姿勢制御装置の実現を妨げる大きい問題点である。

【0015】また、大型車両では、積荷の状態により、あるいは乗客の搭乗数およびその着席位置により、車両の物理特性は大きく変動する。すなわち、乗用車の場合には乗客数に変動があるとしても、乗客の体重（例えば一人当たり50kg）は車両の全重量（例えば2000kg）に対して小さくかつ搭乗人員は少人数である。しかも乗客の搭乗位置は重心の低い位置に固定されているから、乗客数が変動する場合にも、車両の物理定数を保持する車両モデルを固定的に設定して演算を行っても姿勢制御装置の演算結果には大きい影響はない。しかし大型車両では、貨物用車両の場合には、積荷がない場合と積載可能限界に近い典型的な積荷がある場合とでは車両全体の重量も重心位置も大きく変わる。したがって車両の物理特性は大きく変化するため、固定的な車両モデルを使用して演算を行っても現実的な値とならない。

【0016】さらにトラックでは、積荷は常に一定の状態に積まれるわけではなく、その重量および積載の位置あるいは重心の位置はその都度変化する。大型バスの場合でも、乗客の搭乗数はゼロから約50人までの間を変動し、その搭乗乗客の車両内での位置もその都度変化する。定期バスの場合には停留所毎に変化することになる。したがって、姿勢制御の基礎となる車両モデルを固定的に設定したのでは実用的な姿勢制御はできないことになる。

【0017】ここで、前記パラメータのうち、横すべり角について考察してみると、従来は前後方向および左右方向の車速を計測し、横すべり角を計算している。特に、左右方向の車速を計測するのは難しく、横方向加速度センサ等の高価な計測器が必要である（特許第2722855号、特開平9-311042号、特開平6-278628号の各公報参照）。

【0018】本発明はこのような背景に行われたものであって、大型車両とくに商業車に適する姿勢制御装置を提供することを目的とする。本発明は、挙動データに低い周波数成分が多く含まれる大型車両に適応するための姿勢制御装置を提供することを目的とする。本発明は、積荷あるいは乗客の状態が変化する車両に適応するための姿勢制御装置を提供することを目的とする。本発明は、積荷あるいは乗客の状態が変化しても、車両モデルが自動的に追従する姿勢制御装置を提供することを目的とする。本発明は、車両の特性を超えた運転制御による大型自動車の走行レーンからの逸脱防止および横転防止を目的とする。本発明は、車両の横すべり角をリアルタイムに推定することができる装置を提供することを目的とする。本発明は、車両の姿勢制御装置の制御精度を向上させることを目的とする。

【0019】

【課題を解決するための手段】本発明は、横すべり角を推定する際に、操舵角 $\delta$ およびヨーレート $y$ および車速 $V$ により推定することとを特徴とする。これにより、複雑

かつ高価なセンサを車両に取付ける必要がなく、随時、横すべり角を推定することができる。さらに、軸重計を用いて車体総重量を測定することによって、貨物の積み降ろしによって変化する横すべり角を随時推定することができる。

【0020】すなわち、本発明は車両の横すべり角の推定装置であって、車体総重量 $W$ を計測する手段と、車速 $V$ を計測する手段と、ヨーレート $y$ を計測する手段とを備え、前記ヨーレート $y$ および運転操作により入力された操舵角 $\delta$ を取込み伝達関数を

【0021】

【数4】

$$\frac{y(s)}{\delta(s)} = \frac{b_0 + b_1 s + b_2 s^2}{1 + a_1 s + a_2 s^2}$$
ただし、 $s$ は微分演算子、 $a_1, a_2, b_0, b_1, b_2$ は係数、として求め、前記車速 $V$ を取込みスタビリティファクタ $A$ を

【0022】

【数5】

$$A = \frac{\frac{V}{L} \cdot b_0 - 1}{V^2}$$

ただし、 $L$ はホイールベース（定数）、として求め、前記車速 $V$ および前記スタビリティファクタ $A$ およびあらかじめ設定されたリアコーナリングフォース $K_r$ の値を用いて車両の横すべり角 $\beta$ を

【0023】

【数6】

$$\beta = \left( \frac{1 - \frac{W}{2L} \cdot \frac{L_f}{L_r K_r} \cdot V^2}{1 + A \cdot V^2} \right) \frac{L_r}{L} - \delta$$

ただし、 $L_f$ は前輪軸から重心までの距離、 $L_r$ は後輪軸から重心までの距離、として推定演算する手段を備えたことを特徴とする。

【0024】前記スタビリティファクタ $A$ は、ヨーレート $y$ 、操舵角 $\delta$ 、車速 $V$ により変化する変数であり、横すべり角 $\beta$ の推定演算にスタビリティファクタ $A$ を用いることによって、高い精度で車両の変化に追従した横すべり角 $\beta$ の推定演算を行うことができる。

【0025】前記リアコーナリングフォース $K_r$ は、本来、横すべり角 $\beta$ の関数により求められるパラメータであるが、本発明では、あらかじめ設定された値として扱う。この値は、例えば、実験的に求められた平均値を採用。これにより、操舵角 $\delta$ およびヨーレート $y$ および車速 $V$ にしたがって、瞬時に横すべり角 $\beta$ を推定することができる。

【0026】あるいは、推定された横すべり角 $\beta$ により

新たにリアコーナリングフォース $K_r$ の値を演算し、前記あらかじめ設定されているリアコーナリングフォース $K_r$ の値と比較し、その比較結果にしたがって、前記あらかじめ設定されているリアコーナリングフォース $K_r$ の値を変更するようにしてもよい。この場合には、AR法を用いることが望ましい。

【0027】前記重心位置から後軸までの距離 $L_r$ は定数としてあらかじめ設定されているものとしてもよいし、あるいは、前記重心位置から後軸までの距離 $L_r$ は、前記前軸にかかる重量 $W_f$ および前記後軸にかかる重量 $W_r$ から演算する手段を含む構成としてもよい。

【0028】

【発明の実施の形態】発明の実施の形態を図1ないし図4を参照して説明する。図1は本発明実施例の動作を示すフローチャートである。図2は本発明実施例の姿勢制御装置のシステム構成図である。図3は本発明実施例の前記各センサの車両への実装例を示す斜視図である。図4は本発明実施例で用いた力学モデルを示す図である。

【0029】本発明は車両横すべり角の推定装置であって、図2に示すように、車体総重量 $W$ を計測する手段である軸重計64fおよび64rと、車速 $V$ を計測する手段である車速計66と、ヨーレイト $y$ を計測する手段であるヨーレイトセンサ52とを備え、前記ヨーレイト $y$ および運転操作により入力された操舵角 $\delta$ を取込み伝達関数を

【数4】ただし、 $s$ は微分演算子、 $a_1$ 、 $a_2$ 、 $b_0$ 、 $b_1$ 、 $b_2$ は係数、として求め、前記車速 $V$ を取込みスタビリティファクタ $A$ を

【数5】ただし、 $L$ はホイールベース（定数）、として求め、前記車速 $V$ および前記スタビリティファクタ $A$ およびあらかじめ設定されたリアコーナリングフォース $K_r$ の値を用いて車両の横すべり角 $\beta$ を

【数6】ただし、 $L_f$ は前輪軸から重心までの距離、 $L_r$ は後輪軸から重心までの距離、として推定演算する手段である制御回路51を備えたことを特徴とする。

【0030】前記あらかじめ設定されたリアコーナリングフォース $K_r$ の値は、自己回帰法（AR法）により更新されるようにすることもできる。

【0031】また、前記重心位置から後軸までの距離 $L_r$ は定数としてあらかじめ設定されたものとして扱う場合と、前記重心位置から後軸までの距離 $L_r$ は、前記前軸にかかる重量 $W_f$ および前記後軸にかかる重量 $W_r$ から演算する場合とがある。

【0032】

【実施例】大型車の特徴として軸構成によって2軸、3軸、4軸車に分類され、ホイールベースも各種存在するため、車両の運動特性が異なってくる。図5は車両の運動特性を示す図である。横軸に周波数を取り、縦軸に利得および位相をとる。同一車軸構成の車型でホイールベース（WB（1）<WB（2）<WB（3））違いで見

ると図5に示すように、いずれも安定した状態を示すホイールベースが短くなる程、操舵感度が高くなることを示している。

【0033】また、車両の使われ方から見ると空車、積車状態で軸重が大きく変化し、荷姿によつて重心が入さく変わるので、運動特性として重心位置と高さを把握することが肝要である。

【0034】本発明実施例を説明する。図2および図3に示す操舵角センサ59および車速計66から操舵角 $\delta$ および車速 $V$ のデータが制御回路51に入力される。制御回路51では、図1に示すように、ヨーレイトセンサ52により計測されたヨーレイト $y$ （S2）および操舵角センサ59により計測された運転操作により入力された操舵角 $\delta$ （S1）を取込み伝達関数を

【数4】ただし、 $s$ は微分演算子、 $a_1$ 、 $a_2$ 、 $b_0$ 、 $b_1$ 、 $b_2$ は係数、として求める（S4）。車速計66により計測された車速 $V$ （S3）を取込みスタビリティファクタ $A$ を

【数5】ただし、 $L$ はホイールベース（定数）、として求める（S5）。車速 $V$ および前記スタビリティファクタ $A$ およびあらかじめ設定されたリアコーナリングフォース $K_r$ の値を用いて車両の横すべり角 $\beta$ を

【数6】ただし、 $L_f$ は前輪軸から重心までの距離、 $L_r$ は後輪軸から重心までの距離、として推定演算する（S6）。

【0035】このとき、リアコーナリングフォース $K_r$ は、本来、横すべり角 $\beta$ の関数により求められるパラメータであるが、本発明では、あらかじめ設定された値として扱う。この値は、例えば、実験的に求められた平均値を採る。これにより、操舵角 $\delta$ および車速 $V$ にしたがって、瞬時に横すべり角 $\beta$ を推定することができる。

【0036】あるいは、推定された横すべり角 $\beta$ により新たにリアコーナリングフォース $K_r$ の値を演算し、あらかじめ設定されているリアコーナリングフォース $K_r$ の値と比較し、その比較結果にしたがって、あらかじめ設定されているリアコーナリングフォース $K_r$ の値を変更するようにしてもよい。この場合にはAR法を用いる。また、前記伝達関数もAR法を用いて求める。

【0037】ここで、AR法とは、現在のデータを得るために、過去のデータに重み係数をかけて逆上って演算を行う方法である。一般にAR法と高速フーリエ演算法（FFT）を比較すると、FFTでは汎用のアナライザが簡単に入手できること、計算が開始されると演算は短時間で完結すること、などの利点があるが、周波数の低い（周期の長い）成分に対して適正な分解能を得るためには、その周期の2倍ほどの時間にわたるデータが必要である。例えば大型車両の挙動データには、百分の1ヘルツ（周期百秒）というような周波数成分が含まれているので、実時間により演算ができないことになる。これに対してAR法では、過去のデータに重み係数をかけて

逆上って演算を行うので、相応の結果が逐一得られることになり実時間制御のための演算として適している。また、FFT法ではデータの数が2の冪乗、すなわち $2^n$ でなければならないが、AR法ではデータの数に制約がなくその時点毎に保持するデータを用いて演算できるから自由度が大きくなる。またFFT法ではクローズド・ループ、すなわち演算結果が挙動データに直ちに帰還されるループ制御を行うような場合の演算が原理的に不可能であるが、AR法ではクローズド・ループ演算に適するものであり、自動車の姿勢制御のようにつねにループ制御が行われている装置では有利である。

【0038】このとき、車体総重量Wについては、図2および図3に示す軸重計64fおよび64rの測定値により求める。すなわち、車体総重量Wは、前輪にかかる重量と後輪にかかる重量とを加算することにより得られる。理論的には、車体が大きく傾斜している場合でも車体総重量Wは、前輪にかかる重量と後輪にかかる重量とを加算することにより得られる。しかし、実際には、車体が大きく傾くと、前輪にかかる重量と後輪にかかる重量との差が大きくなり、軸重計64fおよび64rの測定値が大きく異なる。このように測定値に大きな差が生じる場合には、広い範囲で高い測定精度を有する軸重計64fおよび64rを備えることが必要になり、コストが割高になってしまう。したがって、前輪の軸重計64fおよび後輪の軸重計64rの測定値の差が少ない傾斜零または±1度の範囲内で車体総重量Wを測定することがよい。

【0039】なお、重心位置から後軸までの距離Lrを一定として扱う方法と、距離Lrをその都度計算する方法とがある。距離Lrを定数として扱う方法は、重心位置が頻繁に変化しないタイプの車両に用いる場合に適する。例えば、積載する貨物の形状が一定しており、その積載位置も一定しているが重量だけが変化するといった場合に適する。このような場合には、前記距離Lrを定数として扱うことにより、重心位置の変化を演算する手順を省くことができるため、重心高さの演算速度を速くすることができる。また、距離Lrをその都度演算する方法は、重心位置が頻繁に変化するタイプの車両に用いる場合に適する。例えば、積載する貨物の形状も積載位置も一定しておらず、その都度変化する場合には、重心位置も頻繁に変化しているので、その都度前記距離Lrを演算することがよい。

【0040】距離Lrをその都度計算する方法のごく簡単な例としては、 $Wf / (Wf + Wr) = k \cdot Lr / (Lf + Lr)$ 。ただし、kは定数であることから、 $Lr = (1/k) \cdot (Lf + Lr) \cdot (Wf / (Wf + Wr))$ として演算する方法がある。

#### 【0041】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、大型車両とくに商業車に適する姿勢制御装置を実現することができる。挙動データに低い周波数成分が多く含まれる大型車両に適応するための姿勢制御装置を実現することができる。積荷あるいは乗客の状態が変化する車両に適応するための姿勢制御装置を実現することができる。積荷あるいは乗客の状態が変化しても、車両モデルが自動的に追従する姿勢制御装置を実現することができる。車両の特性を越えた運転制御による大型自動車の走行レーンからの逸脱防止および横転防止を行うことができる。車両の横すべり角をリアルタイムに推定することができる。車両の姿勢制御装置の制御精度を向上させることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明実施例の動作を示すフローチャート。

【図2】本発明実施例の姿勢制御装置のシステム構成図。

【図3】本発明実施例の前記各センサの車両への実装例を示す斜視図。

【図4】本発明実施例で用いた力学モデルを示す図。

【図5】車両の運動特性を示す図。

【図6】従来の姿勢制御の全体構成例を示す図。

【図7】従来の姿勢制御装置のシステム構成図。

【図8】前記各センサの車両への実装例を示す斜視図。

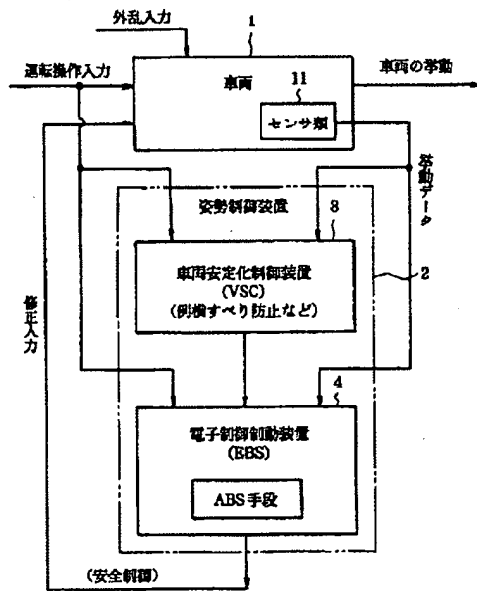
#### 【符号の説明】

- 1 車両
- 2 姿勢制御装置
- 3 車両安定化制御装置 (VSC)
- 4 電子制御制動装置 (EBS)
- 11 センサ類
- 51 制御回路
- 52 ヨーレイトセンサ
- 53 横方向加速度センサ
- 54f 前輪
- 54r 後輪
- 55 車輪回転センサ
- 56 ブレーキ・ブースタ・アクチュエータ
- 57 ブレーキ圧センサ
- 58 操舵ハンドル
- 59 操舵角センサ
- 60 ロールレイトセンサ
- 61 前後方向加速度センサ
- 62 ガバナ
- 63 ガバナセンサ
- 64f、64r 軸重計
- 65 勾配センサ
- 66 車速計

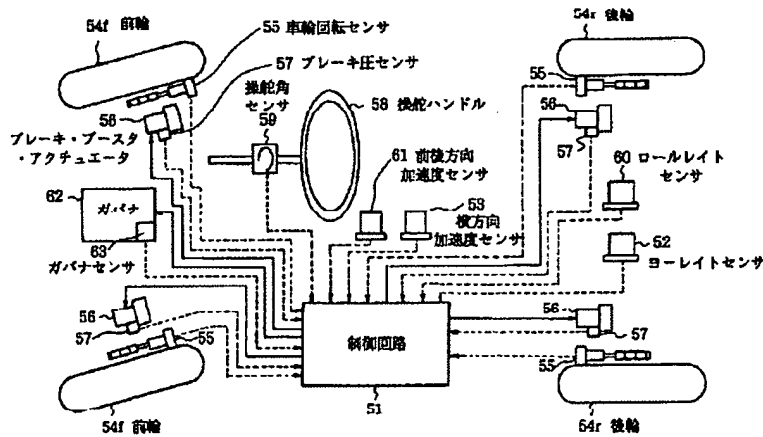




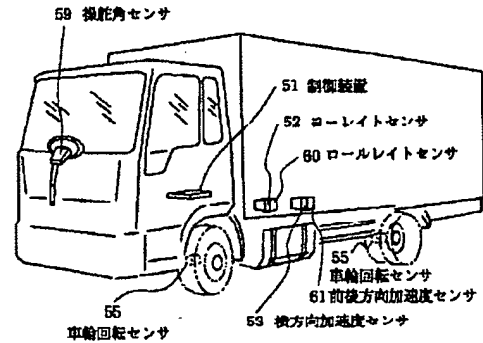
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>  
 // B 6 2 D 101:00  
 113:00  
 137:00

識別記号

F 1

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-321603

(43)Date of publication of application : 24.11.1999

(51)Int.Cl.

B60T 8/24  
 B60T 8/00  
 B60T 8/58  
 B62D 6/00  
 G01C 1/00  
 // B62D101:00  
 B62D113:00  
 B62D137:00

(21)Application number : 10-138785

(71)Applicant : HINO MOTORS LTD

(22)Date of filing : 20.05.1998

(72)Inventor : TSUMAGARI ICHIRO

## (54) ESTIMATING DEVICE OF VEHICLE SIDE SLIP ANGLE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the control precision of a vehicle attitude control device by calculating the stability factor on the basis of vehicle speed and estimating the side slip angle of a vehicle on the basis of the calculation result or a rear cornering force.

SOLUTION: In the attitude stability control of a bus or truck, the possibility of the vehicle being laid in the side slip state during traveling is detected to control a required brake pressure, whereby occurrence of the slide slip is suppressed. At this time, means for measuring body total weight W, vehicle speed V and yaw rate (y) are provided, and the transmission factor is calculated from expression I wherein (s) is a differential operator, a1, a2, b0, b1, b2 are coefficients according to the yaw rate (y) and steering angle  $\delta$ . The vehicle speed V is then read, stability factor A is arithmetically calculated from expression II (wherein L is a wheel base), and side slide angle  $\beta$  is arithmetically calculated from expression III (wherein Lf, Lr are distances from the front wheel axle and rear wheel axle to the center of gravity) by use of the vehicle speed V, the stability factor A, and rear cornering force Kr.

$$\begin{matrix} \gamma(s) \\ \delta(s) \end{matrix} = \frac{b_0 + b_1s + b_2s^2}{1 + a_1s + a_2s^2}$$

I

$$A = \frac{\frac{V}{L} \cdot b_0 - 1}{V^2}$$

II

$$\beta = \left( \begin{matrix} 1 - \frac{W}{2L} \cdot \frac{L_r}{L_r K_r} \cdot V^2 \\ 1 + A \cdot V^2 \end{matrix} \right) \frac{L_r}{L} - \delta$$

III

---

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-321603

(43) 公開日 平成11年(1999)11月24日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
B 6 0 T 8/24  
8/00  
8/58  
B 6 2 D 6/00  
G 0 1 C 1/00

識別記号

F I  
B 6 0 T 8/24  
8/00 B  
8/58 Z  
B 6 2 D 6/00  
G 0 1 C 1/00 Z

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平10-138785

(22) 出願日 平成10年(1998) 5 月20日

(71) 出願人 000005463

日野自動車工業株式会社

東京都日野市日野台3丁目1番地1

(72) 発明者 津曲 一郎

東京都日野市日野台3丁目1番地1 日野

自動車工業株式会社内

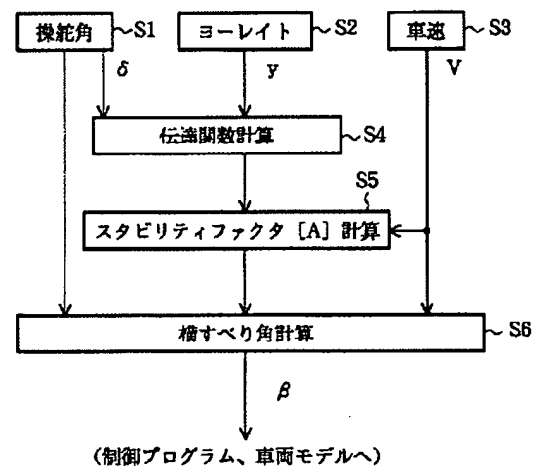
(74) 代理人 弁理士 井出 直孝 (外1名)

(54) 【発明の名称】 車両横すべり角の推定装置

(57) 【要約】

【課題】 横すべりあるいはホイール・リフトの状態など車両の挙動を実時間演算により合理的に推定する。特に、横すべり角の推定を行う。

【解決手段】 操舵角、ヨーレイト、車速にしたがって横すべり角を推定する。また、軸重計によって車体総重量を随時測定し、車体総重量の変化に応じて随時横すべり角を推定する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 車体総重量Wを計測する手段と、車速Vを計測する手段と、ヨーレイトyを計測する手段とを備え、前記ヨーレイトyおよび運転操作により入力された操舵角δを取込み伝達関数を

【数1】

$$\frac{y(s)}{\delta(s)} = \frac{b_0 + b_1s + b_2s^2}{1 + a_1s + a_2s^2}$$

ただし、sは微分演算子、

$a_1$ 、 $a_2$ 、 $b_0$ 、 $b_1$ 、 $b_2$ は係数、として求め、前記車速Vを取込みスタビリティファクタAを

【数2】

$$A = \frac{\frac{V}{L} \cdot b_0 - 1}{V^2}$$

ただし、Lはホイールベース（定数）、として求め、前記車速Vおよび前記スタビリティファクタAおよびあらかじめ設定されたリアコーナリングフォース $K_r$ の値を用いて車両の横すべり角βを

【数3】

$$\beta = \left( \frac{1 - \frac{W}{2L} \cdot \frac{L_f}{L_r K_r} \cdot V^2}{1 + A \cdot V^2} \right) \frac{L_r}{L} - \delta$$

ただし、 $L_f$ は前輪軸から重心までの距離、 $L_r$ は後輪軸から重心までの距離、として推定演算する手段を備えたことを特徴とする車両横すべり角の推定装置。

【請求項2】 前記あらかじめ設定されたリアコーナリングフォース $K_r$ の値は、自己回帰法（AR法）により更新される請求項1記載の車両横すべり角の推定装置。

【請求項3】 前記重心位置から後軸までの距離 $L_r$ は定数としてあらかじめ設定された請求項1記載の車両の重心高さの推定演算装置。

【請求項4】 前記重心位置から後軸までの距離 $L_r$ は、前記前軸にかかる重量 $W_f$ および前記後軸にかかる重量 $W_r$ から演算する手段を含む請求項1記載の車両の重心高さの推定演算装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は自動車の姿勢安定制御に関する。本発明は、ヨーあるいはロールなど走行中の車両の挙動に基づいて、車両の姿勢を安定な方向に自動的に制御する装置に利用する。本発明は、例えば、車両が走行中に横すべり状態になる可能性があることを自動的に検知演算して、全部または一部の車輪のブレーキ圧力を自動的に制御することにより、その車両を横すべ

りが生じる可能性の小さい状態に回復させる自動制御装置に利用することができる。本発明は、例えば高速走行中の大きいハンドル操作など、車両の特性を越える運転操作により車両が運転者の意図しない挙動に達したときに自動的に安定な状態を回復させる姿勢制御に関する。本発明は、バス・トラックなど商業車両の横転防止に利用する。

【0002】

【従来の技術】従来からブレーキの電子制御装置や車両安定化制御装置（VSC、Vehicle Stability Control）などが知られている。ブレーキにかかわる電子制御装置の代表的なシステムはABS（Antilock Brake System）である。これは車輪に回転センサを設けて車輪回転を検出し、ブレーキ圧力が大きいときに車輪回転が停止すると、車輪と路面との間にスリップがあったものとして、ブレーキ圧力を断続制御するものである。ABSは乗用車あるいは貨物車に広く普及し、ブレーキをかけながらもハンドルがきく装置として広く知られるところとなった。車両安定化制御装置（VSC）の代表的な装置としては、横すべり防止装置が知られている。これは、運転者が操作入力する操舵角（ハンドル角度）から、運転者が進もうとしている針路を読み取り、その針路に対して車速が大きすぎると、運転者がブレーキペダルを踏まなくとも自動的に減速のための制御がなされ、さらに針路から外れないように左右のブレーキ圧力を配分するなどの制御が行われる装置である。

【0003】すでに知られている車両姿勢安定化装置

（VSC）（特開昭63-279976号公報、特開平2-112755号公報など）をさらに説明すると、車両の走行中に運転者が操舵を行うと、車両の向きが変化し車両にロールが生じる。このとき操舵による旋回内輪のタイヤが路面のグリップ限界を越えると、内輪がいわゆるホイール・リフト傾向となり、車両が横すべりをはじめる。例えば、直線走行状態から運転者が左に操舵を行うと車両は右に傾斜する。このとき、正常な状態ではその操舵に応じて車両が旋回するが、走行速度に対して操舵の速さが大きすぎると、車両は右に傾斜しながら左車輪が浮きぎみな状態となり、運転者の意図する方向より右寄りに進行することになる。このような車両の挙動は、走行レーンの逸脱や、極端な場合には車両の横転を招く原因となる。

【0004】通常走行状態において、操舵の大きさと速さ、車両の速度、車両の横移動の速さ、および車両の向きの変化の速さ（ヨーレイト、垂直軸まわりの車両の回転加速度）を検出して演算することにより、車輪の横すべり開始点または内輪のホイールリフト開始点を予測し、横すべりあるいはホイールリフトが始まる前に車輪のブレーキ圧力を制御する装置が開発された。この車輪のブレーキ圧力制御は、必ずしも全輪同一のブレーキ圧力ではなく、一つの車輪について大きいあるいは小さい

ブレーキ圧力を印加して、車両の横すべりを防止するものである。このような装置は、原理的な構造や設計のみならず、経済性および耐久性などもよく検討され、乗用車については市販品に実装される段階に達した。

【0005】このような従来例装置は、現在の操舵および制動を含む運転操作に係るパラメータと、現在の車両の挙動に係るパラメータから、すなわち現時点のパラメータからヨーレイトを演算し、これがあらかじめその車両について設定記憶された横すべりの可能性があるヨーレイトに達すると判定されたときに、自動的に車両のブレーキ圧力を制御するように構成されている。この横すべりの可能性は、運転操作入力および各種センサ出力である車両の挙動データから伝達関数による演算が実行される。

【0006】従来の伝達関数演算装置ではこの伝達関数による演算は、高速フーリエ演算が広く用いられている演算方法である。すなわち操作入力についてのデータおよび挙動データを周波数分解し、フーリエ関数を利用して応答を近似演算するものである。高速フーリエ演算は、コンピュータ装置にインストールして利用できる汎用のアナライザが簡単に入手できるなど便利な点がある。

【0007】このような車両の姿勢制御を行う装置では、車両の重心位置はきわめて重要なパラメータである。大型貨物自動車に代表される大型商業車両では、積荷の状態によってその重心位置が変化する。バスの場合には、特に路線バスでは、乗客の乗り降りにより車両の重心位置が変化する。車両の横転防止をはかる姿勢制御に関しては、車両の重心高さが重要なパラメータになる。

【0008】従来、車両の重心は静的に計測することができるが、走行状態でリアルタイムに計測する方法はない。すなわち、重心位置を計測しようとする車両を水平な路面に停車させた状態で各車輪の荷重分担を計測し、つぎにその車両を前後方向に勾配のある路面および左右方向に勾配のある路面に移動させて、各車輪の荷重分担を計測することにより、重心高さを含む重心位置を三次元的に計測することができる。

【0009】従来の姿勢制御装置を図6ないし図8を参照して説明する。図6は従来の姿勢制御の全体構成例を示す図である。車両1は姿勢制御装置の被制御対象である。車両1には、操舵、制動、加速、その他運転操作入力を与えられ、それに対する応答が車両の挙動である。この車両1には姿勢制御装置2が搭載される。そしてこの姿勢制御装置2は車両安定化制御装置(VSC)3および電子制御制動装置4を含む。この電子制御制動装置4は従来のABS手段に代表される装置である。

【0010】その車両の挙動をデータとして観測するために、その車両1に搭載されたセンサ類11からは挙動データが出力される。挙動データは、速度、横方向加速

度、ヨーレイト、ロールレイト、車輪回転情報、その他である。

【0011】車両安定化制御装置3は、運転操作入力および挙動データを入力として、車両の挙動を予測演算し、その結果を電子制御制動装置4に与える。電子制御制動装置4は、同じく運転操作入力および挙動データを取込み、それに加えて車両安定化制御装置(VSC)3の出力を取込み、車両1に対する運転操作入力および外乱入力に対する安全方向への自動制御出力を送出し、これは修正入力となる。

【0012】図7は従来の姿勢制御装置のシステム構成図である。制御回路51はプログラム制御されるコンピュータ回路を含む車両に搭載された電子装置であり、車両の運転操作入力およびその車両の挙動データを入力としその車両の運動状態を演算出力する車両安定化制御装置(VSC)と、この車両安定化制御装置の演算出力にしたがって運転操作入力および外乱入力を安全側に修正する修正入力をその車両に与える制御手段とを含む。

【0013】この車両にはヨーレイトセンサ52、横方向加速度センサ53、ロールレイトセンサ60、および前後方向加速度センサ61が実装され、これらの各検出出力は制御回路51に接続されている。前輪54fおよび後輪54rにはそれぞれ車輪回転センサ55が取付けられ、これらの検出出力も制御回路51に接続される。ブレーキ・ブースタ・アクチュエータ56にはブレーキ圧センサ57が取付けられ、この検出出力は同じく制御回路51に接続される。操舵ハンドル58には操舵角センサ59が取付けられ、その出力は制御回路51に接続される。内燃機関を制御するガバナ62にはガバナセンサ63が組み込まれ、ガバナ62の状態を検出しその検出出力は制御回路51に接続される。図8は前記各センサの車両への実装例を示す斜視図である。図7および図8には2軸構造の車両が示されているが、大型車両の場合には3軸あるいは4軸構造が用いられる。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】しかし、従来伝達関数演算に利用されている高速フーリエ演算では、(1)周波数の低い信号に対して長時間にわたるデータが必要である、(2)データの数は2の冪乗(8、16、32、64・・・)でなければならず適当なデータ数が得られない場合がある、(3)フィード・バック制御が行われるクロード・ループは演算不能であるなどの欠点がある。特に、トラックやバスなどの商用車では、挙動データの中に振動周波数が百分の1ヘルツ程度の成分があり、このような挙動データに対して、高速フーリエ演算による伝達関数の演算のためには少なくともその周期の2倍である200秒にわたる実時間のデータが必要になる。これでは、走行中に実時間で演算する実用的な装置を得ることができないことになる。これは商用車の姿勢制御装置の実現を妨げる大きい問題点である。

【0015】また、大型車両では、積荷の状態により、あるいは乗客の搭乗数およびその着席位置により、車両の物理特性は大きく変動する。すなわち、乗用車の場合には乗客数に変動があるとしても、乗客の体重（例えば一人当たり50kg）は車両の全重量（例えば2000kg）に対して小さくかつ搭乗人員は少人数である。しかも乗客の搭乗位置は重心の低い位置に固定されているから、乗客数が変動する場合にも、車両の物理定数を保持する車両モデルを固定的に設定して演算を行っても姿勢制御装置の演算結果には大きい影響はない。しかし大型車両では、貨物用車両の場合には、積荷がない場合と積載可能限界に近い典型的な積荷がある場合とでは車両全体の重量も重心位置も大きく変わる。したがって車両の物理特性は大きく変化するため、固定的な車両モデルを使用して演算を行っても現実的な値とならない。

【0016】さらにトラックでは、積荷は常に一定の状態では積まれるわけではなく、その重量および積載の位置あるいは重心の位置はその都度変化する。大型バスの場合でも、乗客の搭乗数はゼロから約50人までの間を変動し、その搭乗乗客の車両内での位置もその都度変化する。定期バスの場合には停留所毎に変化することになる。したがって、姿勢制御の基礎となる車両モデルを固定的に設定したのでは実用的な姿勢制御はできないことになる。

【0017】ここで、前記パラメータのうち、横すべり角について考察してみると、従来は前後方向および左右方向の車速を計測し、横すべり角を計算している。特に、左右方向の車速を計測するのは難しく、横方向加速度センサ等の高価な計測器が必要である（特許第2722855号、特開平9-311042号、特開平6-278628号の各公報参照）。

【0018】本発明はこのような背景に行われたものであって、大型車両とくに商業車に適する姿勢制御装置を提供することを目的とする。本発明は、挙動データに低い周波数成分が多く含まれる大型車両に適応するための姿勢制御装置を提供することを目的とする。本発明は、積荷あるいは乗客の状態が変化する車両に適応するための姿勢制御装置を提供することを目的とする。本発明は、積荷あるいは乗客の状態が変化しても、車両モデルが自動的に追従する姿勢制御装置を提供することを目的とする。本発明は、車両の特性を越えた運転制御による大型自動車の走行レーンからの逸脱防止および横転防止を目的とする。本発明は、車両の横すべり角をリアルタイムに推定することができる装置を提供することを目的とする。本発明は、車両の姿勢制御装置の制御精度を向上させることを目的とする。

【0019】

【課題を解決するための手段】本発明は、横すべり角を推定する際に、操舵角 $\delta$ およびヨーレイト $y$ および車速 $V$ により推定することとを特徴とする。これにより、複雑

かつ高価なセンサを車両に取付ける必要がなく、随時、横すべり角を推定することができる。さらに、軸重計を用いて車体総重量を測定することによって、貨物の積み降ろしによって変化する横すべり角を随時推定することができる。

【0020】すなわち、本発明は車両の横すべり角の推定装置であって、車体総重量 $W$ を計測する手段と、車速 $V$ を計測する手段と、ヨーレイト $y$ を計測する手段とを備え、前記ヨーレイト $y$ および運転操作により入力された操舵角 $\delta$ を取込み伝達関数を

【0021】

【数4】

$$\frac{y(s)}{\delta(s)} = \frac{b_0 + b_1 s + b_2 s^2}{1 + a_1 s + a_2 s^2}$$

ただし、 $s$ は微分演算子、 $a_1, a_2, b_0, b_1, b_2$ は係数、として求め、前記車速 $V$ を取込みスタビリティファクタ $A$ を

【0022】

【数5】

$$A = \frac{V}{L} \cdot b_0 - 1$$

ただし、 $L$ はホイールベース（定数）、として求め、前記車速 $V$ および前記スタビリティファクタ $A$ およびあらかじめ設定されたリアコーナリングフォース $K_r$ の値を用いて車両の横すべり角 $\beta$ を

【0023】

【数6】

$$\beta = \left( \frac{1 - \frac{W}{2L} \cdot \frac{L_f}{L_r K_r} \cdot V^2}{1 + A \cdot V^2} \right) \frac{L_r}{L} - \delta$$

ただし、 $L_f$ は前輪軸から重心までの距離、 $L_r$ は後輪軸から重心までの距離、として推定演算する手段を備えたことを特徴とする。

【0024】前記スタビリティファクタ $A$ は、ヨーレイト $y$ 、操舵角 $\delta$ 、車速 $V$ により変化する変数であり、横すべり角 $\beta$ の推定演算にスタビリティファクタ $A$ を用いることによって、高い精度で車両の変化に追従した横すべり角 $\beta$ の推定演算を行うことができる。

【0025】前記リアコーナリングフォース $K_r$ は、本来、横すべり角 $\beta$ の関数により求められるパラメータであるが、本発明では、あらかじめ設定された値として扱う。この値は、例えば、実験的に求められた平均値を採用。これにより、操舵角 $\delta$ およびヨーレイト $y$ および車速 $V$ にしたがって、瞬時に横すべり角 $\beta$ を推定することができる。

【0026】あるいは、推定された横すべり角 $\beta$ により



新たにリアコーナリングフォース $K_r$ の値を演算し、前記あらかじめ設定されているリアコーナリングフォース $K_r$ の値と比較し、その比較結果にしたがって、前記あらかじめ設定されているリアコーナリングフォース $K_r$ の値を変更するようにしてもよい。この場合には、AR法を用いることが望ましい。

【0027】前記重心位置から後軸までの距離 $L_r$ は定数としてあらかじめ設定されているものとしてもよいし、あるいは、前記重心位置から後軸までの距離 $L_r$ は、前記前軸にかかる重量 $W_f$ および前記後軸にかかる重量 $W_r$ から演算する手段を含む構成としてもよい。

【0028】

【発明の実施の形態】発明の実施の形態を図1ないし図4を参照して説明する。図1は本発明実施例の動作を示すフローチャートである。図2は本発明実施例の姿勢制御装置のシステム構成図である。図3は本発明実施例の前記各センサの車両への実装例を示す斜視図である。図4は本発明実施例で用いた力学モデルを示す図である。

【0029】本発明は車両横すべり角の推定装置であって、図2に示すように、車体総重量 $W$ を計測する手段である軸重計64fおよび64rと、車速 $V$ を計測する手段である車速計66と、ヨーレイト $y$ を計測する手段であるヨーレイトセンサ52とを備え、前記ヨーレイト $y$ および運転操作により入力された操舵角 $\delta$ を取込み伝達関数を

【数4】ただし、 $s$ は微分演算子、 $a_1$ 、 $a_2$ 、 $b_0$ 、 $b_1$ 、 $b_2$ は係数、として求め、前記車速 $V$ を取込みスタビリティファクタ $A$ を

【数5】ただし、 $L$ はホイールベース（定数）、として求め、前記車速 $V$ および前記スタビリティファクタ $A$ およびあらかじめ設定されたリアコーナリングフォース $K_r$ の値を用いて車両の横すべり角 $\beta$ を

【数6】ただし、 $L_f$ は前輪軸から重心までの距離、 $L_r$ は後輪軸から重心までの距離、として推定演算する手段である制御回路51を備えたことを特徴とする。

【0030】前記あらかじめ設定されたリアコーナリングフォース $K_r$ の値は、自己回帰法（AR法）により更新されるようにすることもできる。

【0031】また、前記重心位置から後軸までの距離 $L_r$ は定数としてあらかじめ設定されたものとして扱う場合と、前記重心位置から後軸までの距離 $L_r$ は、前記前軸にかかる重量 $W_f$ および前記後軸にかかる重量 $W_r$ から演算する場合とがある。

【0032】

【実施例】大型車の特徴として軸構成によって2軸、3軸、4軸車に分類され、ホイールベースも各種存在するため、車両の運動特性が異なってくる。図5は車両の運動特性を示す図である。横軸に周波数を取り、縦軸に利得および位相をとる。同一車軸構成の車型でホイールベース（WB（1）<WB（2）<WB（3））違いで見

ると図5に示すように、いずれも安定した状態を示すホイールベースが短くなる程、操舵感度が高くなることを示している。

【0033】また、車両の使われ方から見ると空車、積車状態で軸重が大きく変化し、荷姿によって重心が入さく変わるので、運動特性として重心位置と高さを把握することが肝要である。

【0034】本発明実施例を説明する。図2および図3に示す操舵角センサ59および車速計66から操舵角 $\delta$ および車速 $V$ のデータが制御回路51に入力される。制御回路51では、図1に示すように、ヨーレイトセンサ52により計測されたヨーレイト $y$ （S2）および操舵角センサ59により計測された運転操作により入力された操舵角 $\delta$ （S1）を取込み伝達関数を

【数4】ただし、 $s$ は微分演算子、 $a_1$ 、 $a_2$ 、 $b_0$ 、 $b_1$ 、 $b_2$ は係数、として求める（S4）。車速計66により計測された車速 $V$ （S3）を取込みスタビリティファクタ $A$ を

【数5】ただし、 $L$ はホイールベース（定数）、として求める（S5）。車速 $V$ および前記スタビリティファクタ $A$ およびあらかじめ設定されたリアコーナリングフォース $K_r$ の値を用いて車両の横すべり角 $\beta$ を

【数6】ただし、 $L_f$ は前輪軸から重心までの距離、 $L_r$ は後輪軸から重心までの距離、として推定演算する（S6）。

【0035】このとき、リアコーナリングフォース $K_r$ は、本来、横すべり角 $\beta$ の関数により求められるパラメータであるが、本発明では、あらかじめ設定された値として扱う。この値は、例えば、実験的に求められた平均値を採る。これにより、操舵角 $\delta$ および車速 $V$ にしたがって、瞬時に横すべり角 $\beta$ を推定することができる。

【0036】あるいは、推定された横すべり角 $\beta$ により新たにリアコーナリングフォース $K_r$ の値を演算し、あらかじめ設定されているリアコーナリングフォース $K_r$ の値と比較し、その比較結果にしたがって、あらかじめ設定されているリアコーナリングフォース $K_r$ の値を変更するようにしてもよい。この場合にはAR法を用いる。また、前記伝達関数もAR法を用いて求める。

【0037】ここで、AR法とは、現在のデータを得るために、過去のデータに重み係数をかけて逆上って演算を行う方法である。一般にAR法と高速フーリエ演算法（FFT）を比較すると、FFTでは汎用のアナライザが簡単に入手できること、計算が開始されると演算は短時間で完結すること、などの利点があるが、周波数の低い（周期の長い）成分に対して適正な分解能を得るためには、その周期の2倍ほどの時間にわたるデータが必要である。例えば大型車両の挙動データには、百分の1ヘルツ（周期百秒）というような周波数成分が含まれているので、実時間により演算ができないことになる。これに対してAR法では、過去のデータに重み係数をかけて

逆上って演算を行うので、相応の結果が逐一得られることになり実時間制御のための演算として適している。また、FFT法ではデータの数が2の冪乗、すなわち $2^n$ でなければならないが、AR法ではデータの数に制約がなくその時点毎に保持するデータを用いて演算できるから自由度が大きくなる。またFFT法ではクロズド・ループ、すなわち演算結果が挙動データに直ちに帰還されるループ制御を行うような場合の演算が原理的に不可能であるが、AR法ではクロズド・ループ演算に適するものであり、自動車の姿勢制御のようにつねにループ制御が行われている装置では有利である。

【0038】このとき、車体総重量Wについては、図2および図3に示す軸重計64fおよび64rの測定値により求める。すなわち、車体総重量Wは、前輪にかかる重量と後輪にかかる重量とを加算することにより得られる。理論的には、車体が大きく傾斜している場合でも車体総重量Wは、前輪にかかる重量と後輪にかかる重量とを加算することにより得られる。しかし、実際には、車体が大きく傾くと、前輪にかかる重量と後輪にかかる重量との差が大きくなり、軸重計64fおよび64rの測定値が大きく異なる。このように測定値に大きな差が生じる場合には、広い範囲で高い測定精度を有する軸重計64fおよび64rを備えることが必要になり、コストが割高になってしまう。したがって、前輪の軸重計64fおよび後輪の軸重計64rの測定値の差が少ない傾斜零または±1度の範囲内で車体総重量Wを測定することがよい。

【0039】なお、重心位置から後軸までの距離Lrを一定として扱う方法と、距離Lrをその都度計算する方法とがある。距離Lrを定数として扱う方法は、重心位置が頻繁に変化しないタイプの車両に用いる場合に適する。例えば、積載する貨物の形状が一定しており、その積載位置も一定しているが重量だけが変化するという場合に適する。このような場合には、前記距離Lrを定数として扱うことにより、重心位置の変化を演算する手順を省くことができるため、重心高さの演算速度を速くすることができる。また、距離Lrをその都度演算する方法は、重心位置が頻繁に変化するタイプの車両に用いる場合に適する。例えば、積載する貨物の形状も積載位置も一定しておらず、その都度変化する場合には、重心位置も頻繁に変化しているので、その都度前記距離Lrを演算することがよい。

【0040】距離Lrをその都度計算する方法のごく簡単な例としては、 $Wf / (Wf + Wr) = k \cdot Lr / (Lf + Lr)$ 。ただし、kは定数であることから、 $Lr = (1/k) \cdot (Lf + Lr) \cdot [Wf / (Wf + Wr)]$ として演算する方法がある。

#### 【0041】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、大型車両とくに商業車に適する姿勢制御装置を実現することができる。挙動データに低い周波数成分が多く含まれる大型車両に適するのための姿勢制御装置を実現することができる。積荷あるいは乗客の状態が変化する車両に適するのための姿勢制御装置を実現することができる。積荷あるいは乗客の状態が変化しても、車両セブルが自動的に追従する姿勢制御装置を実現することができる。車両の特性を越えた運転制御による大型自動車の走行レーンからの逸脱防止および横転防止を行うことができる。車両の横すべり角をリアルタイムに推定することができる。車両の姿勢制御装置の制御精度を向上させることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明実施例の動作を示すフローチャート。

【図2】本発明実施例の姿勢制御装置のシステム構成図。

【図3】本発明実施例の前記各センサの車両への実装例を示す斜視図。

【図4】本発明実施例で用いた力学モデルを示す図。

【図5】車両の運動特性を示す図。

【図6】従来の姿勢制御の全体構成例を示す図。

【図7】従来の姿勢制御装置のシステム構成図。

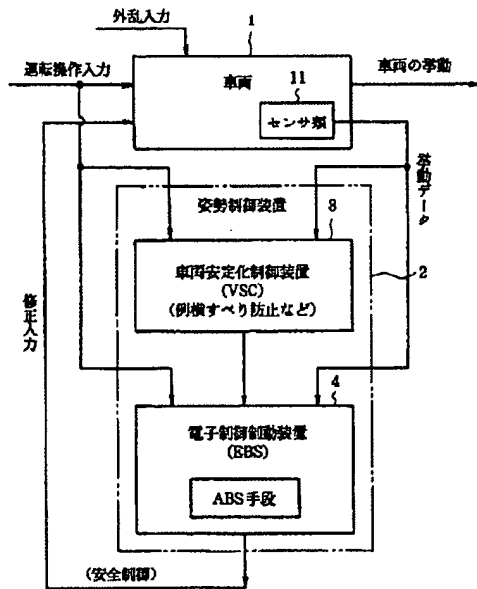
【図8】前記各センサの車両への実装例を示す斜視図。

#### 【符号の説明】

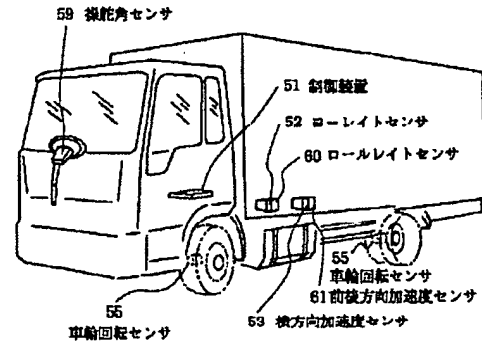
- 1 車両
- 2 姿勢制御装置
- 3 車両安定化制御装置 (VSC)
- 4 電子制御制動装置 (EBS)
- 11 センサ類
- 51 制御回路
- 52 ヨーレイトセンサ
- 53 横方向加速度センサ
- 54f 前輪
- 54r 後輪
- 55 車輪回転センサ
- 56 ブレーキ・ブースタ・アクチュエータ
- 57 ブレーキ圧センサ
- 58 操舵ハンドル
- 59 操舵角センサ
- 60 ロールレイトセンサ
- 61 前後方向加速度センサ
- 62 ガバナ
- 63 ガバナセンサ
- 64f、64r 軸重計
- 65 勾配センサ
- 66 車速計



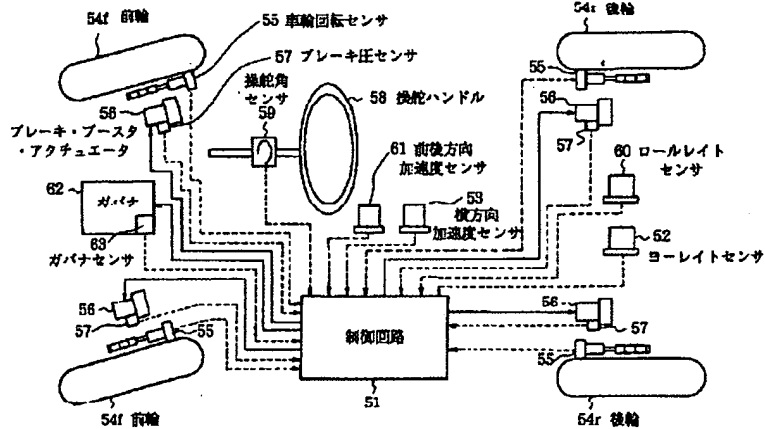
【図6】



【図8】



【図7】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>  
 // B 6 2 D 101:00  
 113:00  
 137:00

識別記号

F 1